Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No.1, 2024, p. 125-139

The Effect of Holstein Sire Predicted Transmitting Ability on the Performance of Their Daughters in Isfahan Herds

Rabie Rahbar[1*], Rohullah Abdollahpour[2], Ali Sadeghi-Sefidmazgi[3]

1- Assistance professor, Department of Agriculture, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran.
2- Assistance professor, Department of Animal Science, Islamic Azad University, Qaemshahr Branch, Mazandaran, Iran.
3- Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
*Corresponding Author's Email: rahbarrabie@pnu.ac.ir

Received: 03-01-2023 Revised: 28-02-2023 Accepted: 01-03-2023 Available Online: 01-03-2023	**How to cite this article:** Rahbar, R., Abdollahpour, R., & Sadeghi-Sefidmazgi, A. (2023). The effect of Holstein sire predicted transmitting ability on the performance of their daughters in Isfahan herds. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *16*(1), 125-139. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.82164.1139

Introduction: one of the most important and practical tools in increasing the production and profit of dairy cattle herds is to determine the exact aims of breeding, suitable genetic selection and breeding of premium cows. Based on animal breeding, breeders should make sure that the difference in the genetic merit of one or several traits leads to the difference in the phenotypic performance of the animal. Therefore, they want to reliably identify and select superior sires within and between breeds. Considering the importance of bulls in dairy herds and the use of their semen on a very wide level, this study aims to compare the information of genetic-economic indicators and productive, reproductive and health traits in the semen catalog of bulls with the actual performance of their daughters in Isfahan herds.

Materials and Methods: In this research, the information of 16 Holstein dairy herds located in Isfahan province during the years 2002 to 2017, was used. The number of productive livestock in the target herds was between 1000 and 5000 heads. Finally, 18,559 cows from the first to the fifth period of lactation, obtained from artificial insemination, which had known sires, were used. The genetic evaluation information of each sire that was used includes predicted transmitting ability (PTA), genetic-economic indicators: lifetime net merit (LNM$) and lifetime fluid merit (LFM$), production traits: milk, fat, protein, reproductive traits: sire conception rate (SCR), daughter pregnancy rate (DPR), daughter calving ease (DCE), daughter stillbirth (DSB) and health traits: production life (PL), somatic cell score (SCS), resistance to mastitis disease (Mas), metritis (Met) and retained placenta (RP) was based on the official evaluation of August 2019 by the USA council on dairy cattle breeding. Mixed and generalized linear models were used to assess the relationship between sire's PTA and daughters' record. Sire's PTA were milk, fat, protein, daughter pregnancy rate, production life, somatic cell score, daughter calving ease, daughter stillbirth and lifetime net merit and lifetime fluid merit indices. Daughter records were milk-305, fat-305 and protein-305, open days, calving interval, age of first calving, number of productive days, calf birth weight, somatic cell score, number

https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.82164.1139

of inseminations per pregnancy, history of dystocia, stillbirth, metritis, retained placenta and mastitis traits. In this study, the analysis of data was done using R software and lme4 and lmerTest software packages.

Results and Discussion: Based on the results, PTA milk and SCR of most of the bulls used in herds were average, while they were lower values for LNM$ and LFM$ indices and PTA, Fat, Pro and PL traits and higher values for SCS and DSB traits. Correlation between indices and PTA of different traits of sires showed that the highest correlation was between LNM$ and LFM$ indices and the lowest was between SCR and DSB, Milk and SCR and RP and SCR traits. The correlation between sires' PTA and their daughters' performance in productive, reproductive and health traits showed that the correlation level was in the range between -0.19 and 0.16. Also, the regression coefficients of productive, reproductive and health traits of daughters were estimated based on the PTA of their sires in the studied herds, which ranged from -32.273 (between the PTA of daughter calving ease and milk-305) and 3.679 (between PTA fat and milk-305). The estimation of the odds ratio of some traits from sires' PTA on the daughters' health and reproductive (classifiable) traits showed that values were close to one for mastitis resistance, daughters' pregnancy rate and production life traits from sires' PTA which indicates the low effects of sires' PTA on their daughters' performance. However, the estimation of the odds ratio of PTA sires, related to metritis disease resistance, somatic cell score, resistance to retained placental and daughters calving ease traits had inverse relationship with the metritis and retained placental diseases (0.85, 0.67 and 0.74) and direct relationship with dystocia (1.23), respectively. The transmitting ability of sires is predicted based on the performance of their daughters in dairy cattle breeding farms, the data of those farms were available to the semen production company, the difference between conditions such as climate and breeding management of the mentioned herds and the herds of this study, can be affected the interaction of genotype and environment.

Conclusion: In this study, the correlation coefficients between random variables of sires' PTA for productive traits (milk, fat and protein) with their daughters' performance were calculated to be higher compared to reproductive and health traits. Also, the rate of OR of resistance to metritis and RP diseases, SCS and DCE, showed the effects of sires' PTA on the performance of their daughters. Therefore, according to the results, it is possible to take more advantage from sires predicted transmitting ability for milk, fat, protein, DPR and SCS in proper selection of semen and improving the phenotypic performance of daughters. While available information in genetic evaluations of other traits were less reliable, probably due to low heritability or high genetic by environment interactions.

Keywords: Semen, Genetic merit, Dairy cow, Daughters’ performance

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران

Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، ص. ۱۳۹-۱۲۵

تأثیر قابلیت انتقال پیش‌بینی شده نرهای هلشتاین روی عملکرد دختران‌شان در گله‌های استان اصفهان

ربیع رهبر[1]*، روح‌اله عبداله‌پور[2]، علی صادقی سفیدمزگی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۱

چکیده

هدف از این مطالعه، مقایسه اطلاعات شاخص‌های ژنتیکی- اقتصادی و صفات تولیدی، تولیدمثلی و سلامت در کاتالوگ اسپرم گاوهای نر با عملکرد واقعی دختران آن‌ها در جمعیت گاوهای هلشتاین استان اصفهان بود. برای این منظور از اطلاعات ۱۸۵۵۹ گاو ماده مولد در نوبت زایش‌های اول تا پنجم که طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ از سطح ۱۶ گاوداری صنعتی جمع‌آوری شده بود، استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل‌های مختلط و خطی تعمیم یافته بسته آماری lme4 و lmerTest نرم‌افزار R انجام شد. نتایج نشان داد، شدیدترین میزان همبستگی بین شاخص‌های LNM$ و LFM$ (۰/۹۶) و ضعیف‌ترین آن بین صفات SCR با DSB، Milk با SCR و RP با SCR (دامنه بین ۰ تا ۰/۰۱-) بود. میزان همبستگی PTA پدران و عملکرد دختران آن‌ها در صفات تولیدی، تولیدمثلی و سلامت در دامنه بین ۰/۱۹- تا ۰/۱۶ بود. ضرایب تابعیت صفات تولیدی، تولیدمثلی و مرتبط با سلامت دختران براساس PTA پدران آن‌ها در گله‌های مورد مطالعه در دامنه ۳۲/۲۷۳- (بین PTA آسان‌زایی دختری و شیر تصحیح ۳۰۵ روز) و ۳/۶۷۹ (بین PTA چربی و شیر تصحیح ۳۰۵ روز) قرار داشت. همچنین میزان تخمین نسبت شانس صفات مقاومت به بیماری‌های متریت و جفت‌ماندگی، نمره سلول‌های بدنی و آسان‌زایی دختران، بیانگر اثرات PTA پدران روی عملکرد دختران‌شان بود. با توجه به نتایج حاصل، می‌توان از اطلاعات موجود در ارزیابی‌های ژنتیکی برای صفات شیر، چربی، پروتئین، نرخ آبستنی دختران و نمره سلول‌های سوماتیک در انتخاب مناسب اسپرم و بهبود عملکرد فنوتیپی دختران بیشتر بهره برد.

واژه‌های کلیدی: اسپرم، شایستگی ژنتیکی، گاو شیری، عملکرد دختران.

مقدمه

یکی از ابزارهای مهم و کاربردی در افزایش تولید و سودآوری گله‌های گاو شیری، تعیین اهداف دقیق اصلاح نژادی، انتخاب ژنتیکی مناسب و پرورش گاوهای ممتاز است (Chang *et al.*, 2007). با توجه به اهمیت گاوهای نر در گله‌های گاو شیری و استفاده از اسپرم آن‌ها در سطح بسیار وسیع، تهیه چکیده اطلاعات یا کاتالوگ‌های گاوهای نر انجام شده است. چکیده اطلاعات، در برگیرنده اطلاعات ژنتیکی گاوهای نر برای صفات مختلفی است که توسط یک نژاد خاص منتشر می‌شوند. از جمله اطلاعات شناخته شده شامل شاخص های ژنتیکی- اقتصادی (شاخص شایستگی خالص تولید شیر، شاخص شایستگی خالص طول عمر)، صفات تولیدی (شیر، چربی، پروتئین)، صفات مرتبط با سلامت و تولیدمثل دام (طول عمر تولیدی، امتیاز سلول‌های سوماتیک، آسان‌زایی) و صفات تیپ (امتیاز نهایی، صفات خطی و ترکیبی تیپ) می‌باشد (Cranford and Pearson, 2001). امّا سوال مهم این است که تا چه اندازه می‌توان به صحت

۱- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم شهر، مازندران، ایران

۳- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج ایران

(*- نویسنده مسئول: (Email: rahbarrabie@pnu.ac.ir

https://doi.org/10.22067/ijasr.2023.82164.1139

اطلاعات کاتالوگ‌ها اعتماد داشت و براساس آن‌ها برای این صفات نسبت به انتخاب اسپرم موردنظر اقدام نمود؟. از منظر اصلاح نژاد دام، پرورش‌دهندگان باید اطمینان پیدا کنند که تفاوت در شایستگی ژنتیکی یک صفت و یا چند صفت منجر به تفاوت در عملکرد فنوتیپی حیوان می‌شود. تعدادی از مطالعات با تجزیه و تحلیل حجم بالایی از داده‌ها در سطح ملی ثابت کرده‌اند که گاوهای با برتری شایستگی ژنتیکی در یک صفت نسبت به گاوهای با ژنتیک پایین‌تر در همان صفت، عملکرد بهتری دارند (Craig *et al*., 2018; Dunne *et al*., 2019). پژوهش‌های در مقیاس کوچک‌تر نیز نتایج حاصل از مطالعات در سطح وسیع را تأیید می‌کنند، به‌طوری‌که گاوهای با ارزش ژنتیکی بالاتر در یک هدف کلی اصلاح‌نژاد عملکرد بهتری در مقایسه با همتایان خود با ارزش ژنتیکی پایین‌تر دارند (Coleman *et al*., 2009; O'Sullivan *et al*., 2019). بنابراین، پرورش‌دهندگان گاو شیری می‌خواهند با اطمینان، پدران برتر را در داخل و بین نژادها شناسایی و انتخاب کنند (Lopez-Villalobos *et al*., 2020). تعدادی تحقیقات در زمینه تفاوت در عملکرد فنوتیپی گاوهای شیری در نتیجه تفاوت در ارزش ژنتیکی آن‌ها انجام شده است. گروهی از محققین در سال ۲۰۱۲ با بررسی ۱۱۳۱ گله شیری نژاد هلشتاین ایرلندی دریافتند، گاوهایی که برتری شایستگی ژنتیکی در اهداف اصلاح نژادی دارند، سودآورتر از گاوهای با شایستگی ژنتیکی کمتر هستند (Ramsbottom *et al*., 2012). بهلولی و همکاران (Bohlouli *et al*., 2013) با مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بر تولید شیر و اجزای آن در گاوهای هلشتاین ایران با استفاده از مدل تابعیت تصادفی نشان دادند که عملکرد دختران گاوهای نر برای صفات تولیدی در محیط‌های مختلف مورد بررسی، متفاوت است. گروه دیگری از محققین در سال ۲۰۱۷ با بررسی تعدادی از گله‌های گاو شیری در استرالیا جنوبی که طبقه‌بندی گاوها براساس شاخص ملی اصلاح نژاد انجام شده بود، دریافتند که گاوهای با شاخص بالاتر از سودآوری بیشتری نسبت به گاوهای با شاخص پایین‌تر برخوردار هستند (Newton *et al*., 2017). همچنین، در سال ۲۰۲۰ پژوهشگران دریافتند که انتخاب گاوهای نر با PTA بالا برای صفت نرخ آبستنی دختران، در افزایش بازده تولیدمثلی گله‌های گاو شیری کانادا مؤثر است (Gobikrushanth *et al*., 2020). باتوجه به اهمیت گاوهای نر در گله‌های گاو شیری و استفاده از اسپرم آن‌ها در سطح بسیار وسیع، این مطالعه با هدف مقایسه اطلاعات شاخص‌های ژنتیکی- اقتصادی و صفات تولیدی، تولیدمثلی و سلامت در کاتالوگ اسپرم گاوهای نر (عملکرد مورد انتظار) با عملکرد واقعی دختران آن‌ها در جمعیت گاوهای هلشتاین استان اصفهان انجام شد. برای این منظور، فرضیه نادرستی مقدار قابلیت انتقال پیش‌بینی شده پدران در صفات مهم اقتصادی به‌دلیل وجود اثرات متقابل ژنتیک و محیط برای انتخاب اسپرم در مزارع مطالعه شده، مورد آزمون قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ساختار داده‌ها

در این تحقیق، از اطلاعات ۱۶ گله صنعتی پرورش گاو شیری هلشتاین واقع در استان اصفهان، طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ استفاده شد. این گله‌ها به‌دلیل ثبت دقیق اطلاعات تولیدی، تولیدمثلی، زایش، حذف و سوابق بیماری دام‌ها انتخاب شدند. تعداد دام مولد گله‌های مورد نظر بین ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ راس بود. نهایتاً از ۱۸۵۵۹ راس گاو مربوط به دوره اول تا پنجم شیردهی، حاصل از تلقیح مصنوعی که دارای پدر مشخص بودند، استفاده شد. این گاوها متعلق به ۷۰۴ راس پدر بودند که متوسط تعداد دختران هر پدر ۱۴۰/۰۹ راس با حداکثر تعداد ۱۲۷۳ و حداقل یک دختر بود. با استفاده از شماره ریجستر هر پدر، اطلاعات موردنیاز آن از پایگاه داده‌ای سایت DairyBulls.com استخراج شد (www.DairyBulls.com). اطلاعات ارزیابی ژنتیکی هر پدر که مورد استفاده قرار گرفت شامل قابلیت انتقال پیش‌بینی شده (PTA[1]) شاخص‌های ژنتیکی- اقتصادی: شایستگی خالص طول عمر (LNM$) و شایستگی خالص تولید شیر (LFM$)، صفات تولیدی: شیر (Milk)، چربی (Fat)، پروتئین (Pro)، صفات تولیدمثلی: نرخ گیرایی پدر (SCR)، نرخ آبستنی دختران (DPR)، آسان‌زایی دختری (DCE)، مرده‌زایی دختری (DSB) و صفات سلامت: طول عمر تولیدی گاو (PL)، نمره سلول‌های بدنی شیر (SCS)، مقاومت به بیماری ورم پستان (Mas)، متریت (Met) و جفت‌ماندگی (RP) بر پایه ارزیابی رسمی آگوست ۲۰۱۹ شورای اصلاح نژاد گاو شیری امریکا (USCDCB[2]) بود.

محاسبه و تعریف برخی صفات در گله

برای محاسبه نمره سلول‌های بدنی (SCS) از تبدیل لگاریتمی بر مبنای ۲ تعداد سلول‌های بدنی (SCC) و فرمول $SCS = log_2\left(\frac{SCC}{100000}\right) + 3$ استفاده شد (Ali and Shook, 1980). صفت طول عمر تولیدی به‌صورت تعداد ماه‌های بین زمان اولین زایش تا زمان حذف گاو از گله تعریف شد (Effa *et al*., 2013). همچنین صفات مرتبط با بیماری‌ها شامل صفت ورم پستان بالینی به‌صورت تغییرات غیرطبیعی در پستان و شیر مانند ظاهر آبکی و لخته شدن، صفت متریت به‌صورت وجود ترشحات رحمی متعفن، آبکی با رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای و صفت جفت‌ماندگی به‌صورت

1- Predicted Transmitting Ability
2- USA Council on Dairy Cattle Breeding (www.uscdcb.com)

دمای رکتوم بیش از ۳۹ درجه سانتی‌گراد و عدم رهاسازی غشاهای جنین در مدت ۲۴ ساعت پس از زایمان تعریف شدند (Rodrigo *et al.*, 2014). صفت سخت‌زایی که به‌عنوان تاخیر یا سختی در زایش تعریف می‌شود، براساس درجه سختی و نیاز به کمک به پنج نمره طبقه‌بندی شد: ۱- زایش بدون کمک ۲- زایش با کمک یک نفر ۳- زایش با کمک دو نفر و یا بیشتر ۴- زایش با کمک ابزار مکانیکی و ۵- زایش با عمل جراحی (Lombard *et al.*, 2007).

تجزیه آماری

در این مطالعه، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار R انجام شد (R Core Team, 2019). برای ارزیابی رابطه بین PTA پدر برای صفات شیر، چربی، پروتئین، نرخ آبستنی دختران، طول عمر تولیدی، نمره سلول‌های بدنی، آسان‌زایی دختری، مرده‌زایی دختری و شاخص‌های شایستگی خالص طول عمر و شایستگی خالص تولید شیر با عملکرد فنوتیپی دختران در صفات پیوسته شیر، چربی و پروتئین ۳۰۵ روز، تعداد روزهای باز، فاصله گوساله‌زایی، سن اولین زایش، تعداد روزهای تولیدی، وزن تولد گوساله، نمره سلول‌های بدنی و صفات آستانه‌ای تعداد تلقیحات به‌ازای آبستنی، سابقه سخت‌زایی، مرده‌زایی، متریت، جفت‌ماندگی و ورم پستان، از مدل‌های مختلط و خطی تعمیم یافته بسته نرم‌افزاری lme4 و lmerTest استفاده شد (Bates *et al.*, 2015). باتوجه به همبستگی بالای بین شاخص‌های شایستگی خالص طول عمر و شایستگی خالص تولید شیر با PTA صفات، مدل‌های جداگانه‌ای برای ارزیابی رابطه بین این دو شاخص با عملکرد دختران در نظر گرفته شد. همچنین برای بررسی اثر PTA صفات شیر، چربی و پروتئین روی احتمال بروز پدیده‌ها و بیماری‌های مرتبط با زایش (سخت‌زایی، مرده‌زایی، جفت‌ماندگی، متریت و ورم پستان) از مدل‌های رگرسیون لجستیک چندمتغیره استفاده شد. در تمامی مدل‌های آماری علاوه‌بر اثر PTAهای پدری، اثر سن زایش، شکم زایش، سخت‌زایی، دوقلوزایی، مرده‌زایی به‌عنوان اثرات ثابت و اثر گله- سال- فصل و اثر گاو به‌عنوان اثرات تصادفی در نظر گرفته شد. پس از آن برای رسیدن به مدل نهایی جهت برآورد آماره‌های مرتبط، انتخاب متغیرهای مستقل به‌روش برگشتی[1] صورت گرفت. برای بیان میزان تغییرات فنوتیپ گاوها در اثر PTA پدری برای صفت مورد نظر از ضریب رگرسیون استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل فتوتیپ‌های کیفی از مدل خطی مختلط رگرسیون لجستیک با فرض توزیع دوجمله‌ای استفاده شد، برای این منظور، فنوتیپ‌های چندجمله‌ای نیز به‌صورت دوجمله‌ای بازتعریف شدند، به‌طوری‌که نمرات سخت‌زایی در دو گروه نمره یک و دو یا نمره بالاتر از دو تعریف شدند، همچنین تعداد تلقیح نیز در دو گروه کمتر از سه یا بیشتر از سه تلقیح دسته‌بندی شدند. میزان ارتباط متغیرهای مستقل بر فنوتیپ‌های دو جمله‌ای به‌صورت نسبت شانس (OR) با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بیان شد. در جدول ۱ اثرات موجود در مدل نهایی برای هر فنوتیپ آمده است.

1- Backward

نتایج

آمار توصیفی صفات تولیدی، تولیدمثلی و سلامت براساس PTA پدران و عملکرد دختران آن‌ها در گله‌های مورد مطالعه به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده‌است.

شکل ۱، توزیع فراوانی دختران گاوهای نر را براساس دامنه‌های چارکی مقادیر شاخص‌ها و PTA صفات مختلف پدران در سه دوره پنج ساله (با معیار فاصله نسلی در گاو شیری) نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصل، مقدار PTA شیر و SCR اکثر گاوهای نر مورد استفاده در گله‌ها در حد متوسط بوده است، درحالی که اکثر گاوهای نر مورد استفاده در گله‌های مورد مطالعه، از ارزش‌های پایین شاخص‌های LNM$ و LFM$ و PTA صفات Fat، Pro و PL برخوردار بوده و برای صفات SCS و DSB از ارزش‌های بالاتری برخوردار بودند. با در نظر گرفتن توزیع PTA صفات در دوره پنج‌ساله آخر، اغلب نرهای مورد استفاده در مورد صفات شیر و PL دارای ارزش‌های بالاتر، در مورد شاخص‌های LNM$ و LFM$ و صفات چربی و پروتئین شیر و SCR دارای ارزش‌های متوسط و در مورد صفات SCS، DCE، DSB ، Mas، Met و RP دارای ارزش‌های پایین‌تر بودند.

نقشه حرارتی ماتریس همبستگی بین مقادیر شاخص‌ها و PTA صفات مختلف پدران در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس این نقشه، بیشترین میزان همبستگی بین شاخص‌های LNM$ و LFM$ و کمترین آن بین صفات SCR با DSB، Milk با SCR و RP با SCR بود.

همچنین نقشه حرارتی ماتریس همبستگی PTA پدران و عملکرد دختران آن‌ها در صفات تولیدی، تولیدمثلی و سلامت در شکل ۳ نشان داده شده‌است.

برآورد ضرایب تابعیت صفات تولیدی، تولیدمثلی و مرتبط با سلامت دختران براساس PTA پدران آن‌ها در گله‌های مورد مطالعه در جدول ۴ ارائه شده‌است ($P<0.05$).

همچنین تخمین نسبت شانس برخی صفات از PTA پدران بر صفات (قابل طبقه‌بندی) سلامت و تولیدمثلی دختران آن‌ها در جدول ۵ نشان داده شده‌است. مقادیر نسبت شانس در دامنه اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. برای صفات مقاومت به ورم پستان، نرخ آبستنی دختران و طول عمر تولیدی از PTA پدران، مقادیر حاصل نزدیک به یک بود که بیانگر اثرات کم PTA پدران روی عملکرد دختران‌شان می‌باشد. امّا میزان تخمین نسبت شانس PTA پدران، مربوط به

صفات مقاومت به بیماری متریت، نمره سلول‌های بدنی، مقاومت بـه جفت‌ماندگی و آسان‌زایی دختران به‌ترتیب با میزان وقوع بیماری‌هـای متریت و جفت‌ماندگی رابطه عکس (۰/۸۵، ۰/۶۷ و ۰/۷۴) و با میـزان بروز سخت‌زایی رابطه مستقیم (۱/۲۳) داشتند.

برآورد جداگانه ضرایب تابعیت عملکرد دختـران براسـاس مقـادیر شاخص‌های LNM$ و LFM$ پدران‌شان در جـدول ۶ آورده شـده‌است. براساس ضرایب حاصل، این شاخص‌ها اثرات کم و مشابه‌ای را روی عملکرد اکثر صفات دختران دارند. امّا بـرای صـفت مقـدار شـیر تصحیح ۳۰۵ روز، میـزان تـأثیر شـاخص LFM$ بیشـتر از شـاخص LNM$ بوده‌است.

جدول ۱- اثرات ثابت موجود در مدل نهایی برای هر فنوتیپ

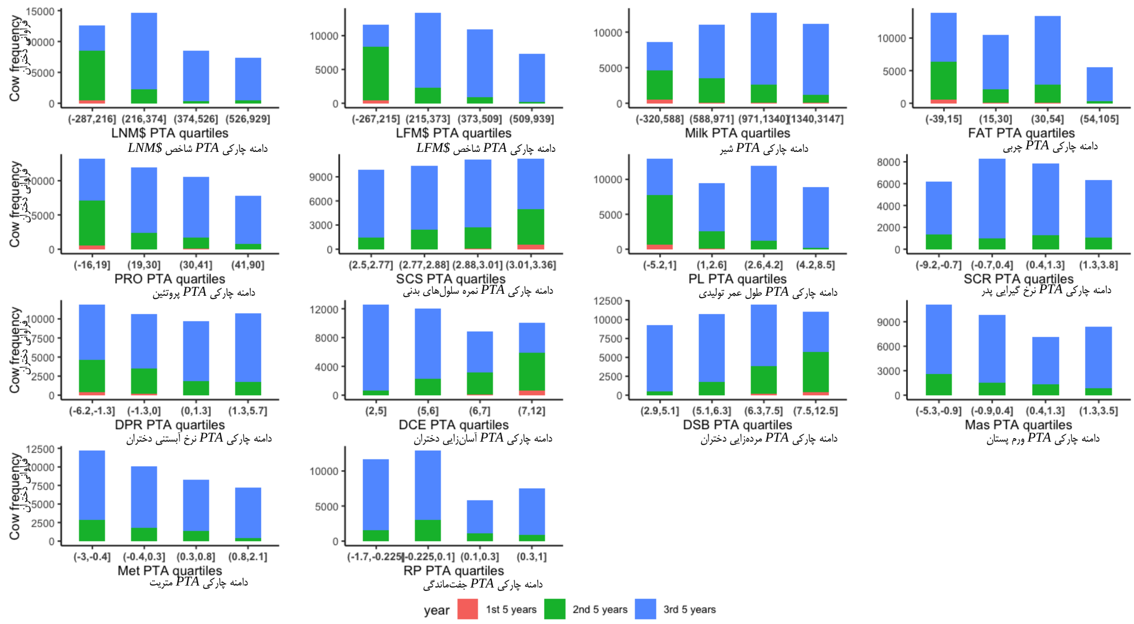
Table 1- Fixed effects included in the final model for each phenotype

فنوتیپ Phenotype	متغیرهای توصیفی در مدل نهایی به‌عنوان اثرات ثابت Random variables in final model as fixed effects
شیر ۳۰۵ روز Milk305	PTAها (شیر، چربی و پروتئین شیر و آسان‌زایی دختری)، سن زایش، شکم زایش، دوقلوزایی، مرده‌زایی PTAs (milk, fat, protein and dce), calving age, parity, twinning, stillbirth
چربی ۳۰۵ روز Fat305	PTAها (چربی و پروتئین شیر، طول عمر و شمارش سلول‌های سوماتیک شیر)، شکم زایش، دوقلوزایی، مرده‌زایی PTAs (fat, protein, pl and scc), parity, twinning, stillbirth
پروتئین ۳۰۵ روز Protein305	PTAها (چربی و پروتئین شیر و آسان‌زایی دختران)، سن زایش، شکم زایش، دوقلوزایی، مرده‌زایی PTAs (fat, protein and dce), calving age, parity, twinning, stillbirth
روزهای باز Open days	PTAها (طول عمر، آسان‌زایی دختران و نرخ آبستنی دختران)، سن زایش، شکم زایش، دوقلوزایی، مرده‌زایی، سخت‌زایی PTAs (pl, dce and dpr), calving age, parity, twinning, stillbirth, dystocia
فاصله گوساله‌زایی Calving interval	PTAها (شیر، طول عمر، آسان‌زایی دختران و نرخ آبستنی دختران)، شکم زایش، دوقلوزایی، مرده‌زایی PTAs (milk, pl, dce and dpr), parity, twinning, stillbirth
سن نخستین زایش Age of first calving	PTAها (شیر، چربی، پروتئین شیر، طول عمر، آسان‌زایی دختران و نرخ آبستنی دختران) PTAs (milk, fat, protein, pl, dce and dpr)
طول عمر تولیدی Productive life	PTAها (چربی شیر)، سن نخستین زایش، جفت‌ماندگی، سخت‌زایی PTAs (fat), afc, retained placenta, dystocia
وزن تولد گوساله Calf birth weight	PTAها (چربی و پروتئین شیر، آسان‌زایی دختران، نرخ آبستنی دختران، شمارش سلول‌های سوماتیک شیر و مرده‌زایی دختران)، شکم زایش، ، طول آبستنی، سن زایش، دوقلوزایی، مرده‌زایی و سخت‌زایی PTAs (fat, protein, dce, dpr, scc and dsb), parity, gl, calving age, twinning, stillbirth, dystocia
تعداد سلول‌های سوماتیک Somatic cell count	PTAها (نمره سلول‌های سوماتیک شیر و ورم پستان)، شکم زایش، سن زایش PTAs (scs and mastitis), parity, calving age
عفونت رحم Uterine infection	PTAها (نمره سلول‌های سوماتیک و آسان‌زایی دختران)، جنسیت گوساله، جفت‌ماندگی، سخت‌زایی، شکم‌زایش، سن‌زایش PTAs (scs and dce), calf sex, retained placenta, dystocia, parity, calving age
جفت‌ماندگی retained placenta	PTAها (پروتئین‌شیر، آسان‌زایی‌دختران و نرخ آبستنی دختران)، جفت‌ماندگی، دوقلوزایی، سخت‌زایی، شکم‌زایش، سن‌زایش PTAs (protein, dce and dpr), retained placenta, twinning, dystocia, parity, calving age
ورم پستان mastitis	PTAها (چربی شیر و آسان‌زایی دختران)، شکم زایش PTAs (fat and dce), parity
تعداد تلقیح (>۳ تلقیح یا بیشتر) Number of insemination (3> insemination or more)	PTAها (چربی شیر، طول عمر، مرده‌زایی دختران، نرخ آبستنی دختران و آسان‌زایی دختران)، شکم زایش، سن زایش PTAs (fat, pl, dsb, dpr and dce), parity, calving age
مرده‌زایی stillbirth	شکم زایش، سخت‌زایی، وزن گوساله parity, dystocia, calf birth weight
سخت‌زایی (نمره ۱ و ۲ ≥) Dystocia (score 1 and 2 ≤)	PTAها (آسان‌زایی دختران)، جنسیت گوساله، وزن گوساله، روزهای خشک، شکم زایش PTAs (dce), calf sex, calf birth weight, dry days, parity

جدول ۲– آمار توصیفی PTA پدران گله‌های مورد مطالعه در صفات مختلف

Table 2- Descriptive statistics on sire's PTA of studied farms in different traits

	شاخص طول عمر LNM$	شاخص تولید شیر LFM$	شیر Milk	چربی Fat	پروتئین Pro	ورم-پستان Mas	متریت Met	جفت-ماندگی RP	نمره-سلول-بدنی SCS	طول-عمر تولیدی PL	نرخ-گیرایی پدر SCR	نرخ-آبستنی دختران DPR	آسان-زایی دختران DCE	مرده-زایی دختران DSB
تعداد N.O	98625	98625	98625	98625	98625	80623	80623	80623	98625	98625	58954	98625	98625	98625
میانگین Mean	261.8	272.7	955.4	23.91	24.99	-0.12	-0.00	-0.03	2.93	1.77	0.32	-0.305	6.74	7.05
انحراف‌معیار SD	207.5	198.3	531.6	23.13	15.41	1.9	0.9	0.4	0.188	2.55	1.60	2.1	1.8	1.96
حداقل Min	-446	-441	-561	-39	-21	-6.4	-3	-1.7	2.37	-5.90	-9.2	-6.90	2	2.6
حداکثر Max	929	939	3147	105	90	6	2	1	3.59	9.20	3.80	6.20	12	14.5



شکل ۱– نمودار میله‌ای توزیع فراوانی دختران گاوهای نر در دامنه‌های چارکی مقادیر PTA پدران برای صفات مختلف در سه دوره پنج ساله

Figure 1– Bar plot of Frequency distribution of daughters of bulls based on quadratic domains of sires PTA in different traits by 3 five years periods

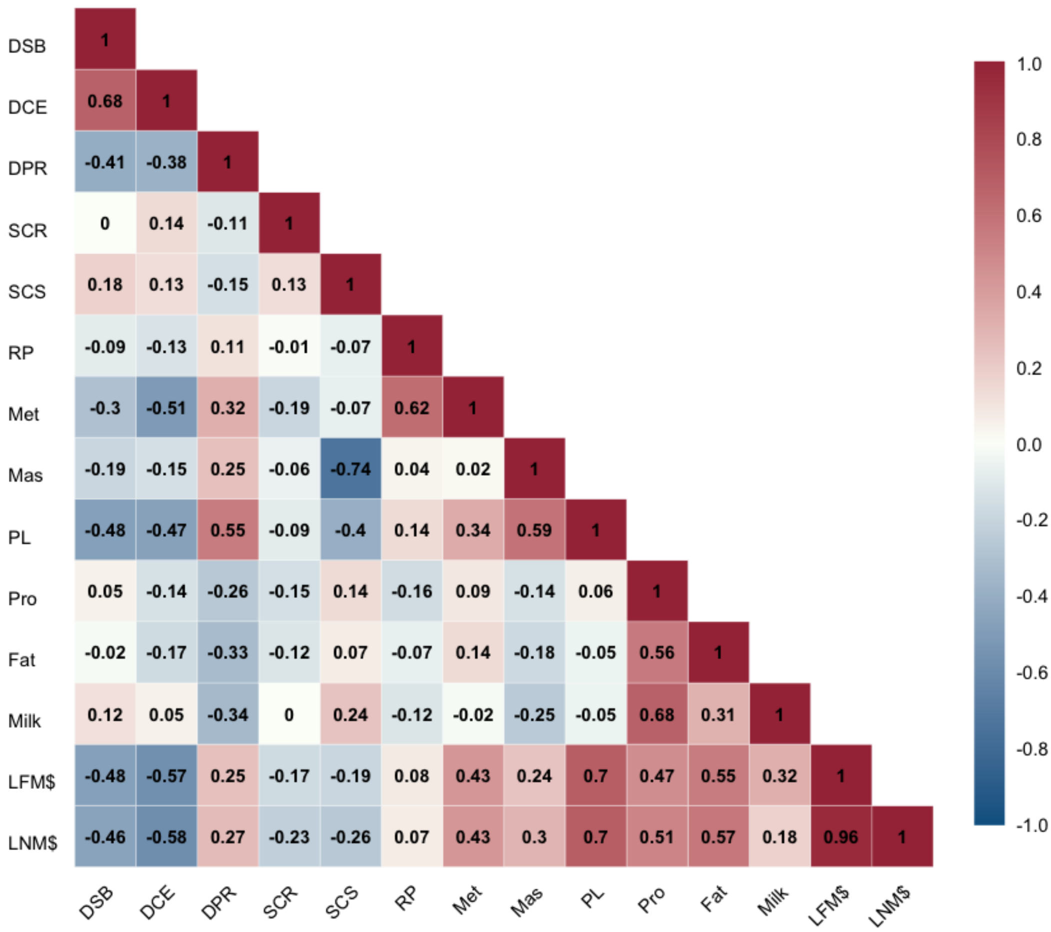
LNM: شاخص شایستگی خالص طول عمر، LFM: شاخص شایستگی خالص تولید شیر، PRO: پروتئین، SCS: نمره سلول‌های بدنی، PL: طول عمر تولیدی، SCR: نرخ گیرایی پدر، DPR: نرخ آبستنی دختران، DCE: آسان‌زایی دختران، DSB: مرده‌زایی دختران، Mas: ورم پستان، Met: متریت، RP: جفت‌ماندگی.

LNM: Lifetime Net Merit, LFM: Lifetime Fluid Merit, PRO: Protein, SCS: Somatic Cell Score, PL: Production Life, SCR: Sire Conception Rate, DPR: Daughter Pregnancy Rates, DCE: Daughter Calving Ease, DSB: Daughter Still Birth, Mas: Mastitis, Met: Metritis, RP: Retained Placenta.

جدول ۳- آمار توصیفی عملکرد دختران گاوهای نر گله‌های مورد مطالعه در صفات مختلف

Table 3- Descriptive statistics on daughters' performance of bulls of studied herds in different traits

	شیر۳۰۵ M305	چربی۳۰۵ F305	پروتئین ۳۰۵ P305	نمره-سلول‌بدنی SCS	طول-عمرتولید PL	تعداد روز باز OD	فاصله-گوساله‌زایی CI	سن‌اولین-زایش AFC	وزن-تولدگوساله CBW	ورم‌پستان Mas	متریت Met	جفت-ماندگی RP	سخت‌زایی DYS
تعداد N.O	33666	33625	20164	60401	11396	44518	27371	30147	55913	45242	32272	27841	59940
میانگین Mean	12190.8	364.7	328.3	2.13	25.2	122.4	400.9	723.5	40.3	2.1	1.2	6.7	0.9
انحراف‌معیار SD	2072.9	107.7	70.9	1.19	16.5	70.6	68.7	63.9	5.3	2.9	2.5	3.3	0.9
حداقل Min	1438	7.7	7.8	-2.21	0	40	330	551	20	0	0	2.5	0.1
حداکثر Max	20857	938	832	5	73.3	350	680	1197	70	10.2	8.2	10.0	3.5

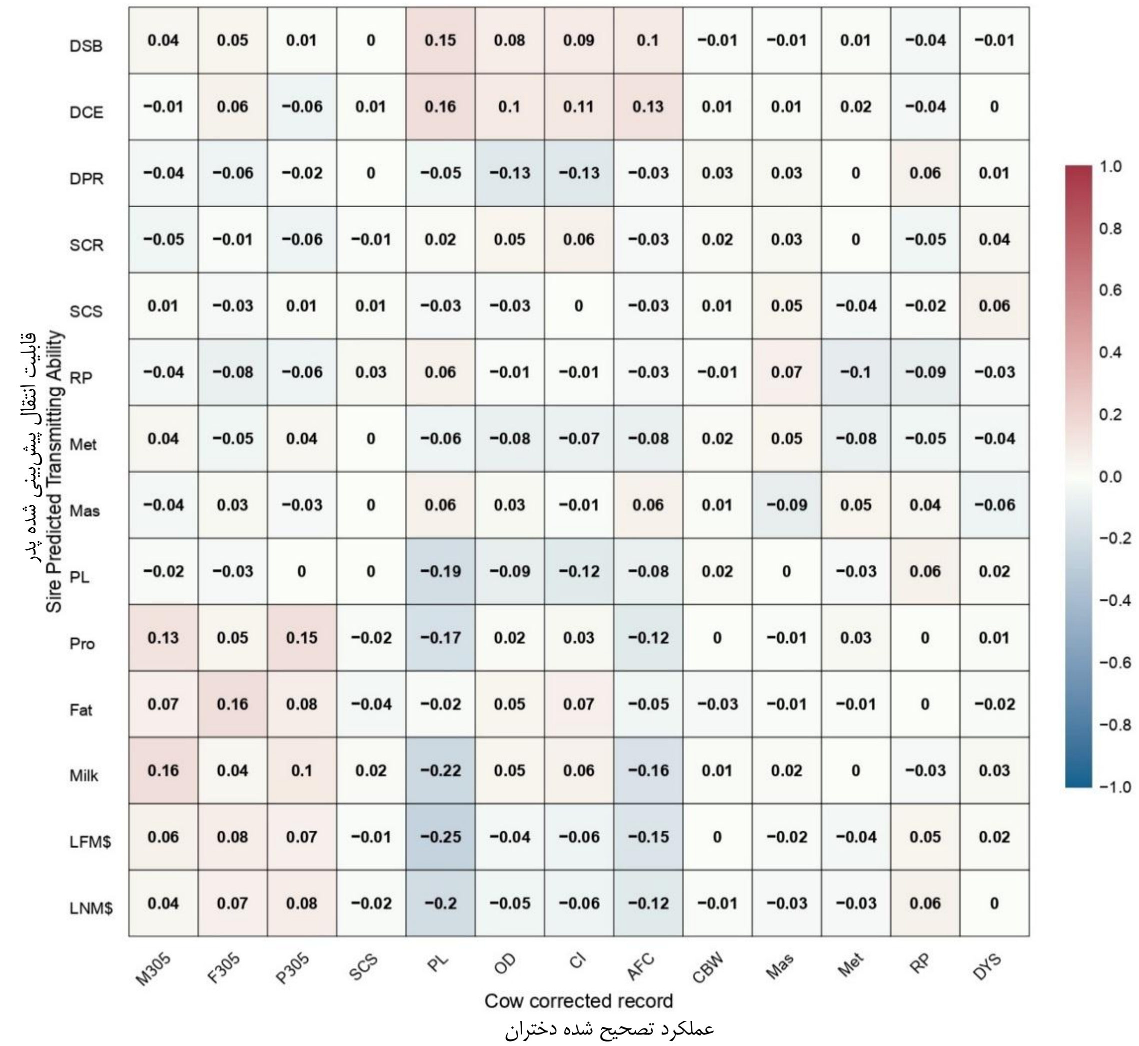


شکل ۲- نقشه حرارتی ماتریس همبستگی مقادیر PTA صفات مختلف پدران

Figure 2- Correlation matrix heatmap of sires PTA in different traits

LNM: شاخص شایستگی خالص طول عمر، LFM: شاخص شایستگی خالص تولید شیر، PL: طول عمر تولیدی، Mas: ورم پستان، Met: متریت، RP: جفت‌ماندگی، SCS: نمره سلول‌های بدنی، Pro: پروتئین، SCR: نرخ گیرایی پدر، DPR: نرخ آبستنی دختران، DCE: آسان‌زایی دختران، DSB: مرده‌زایی دختران.

LNM: Lifetime Net Merit, LFM: Lifetime Fluid Merit, PL: Production Life, Mas: Mastitis, Met: Metritis, RP: Retained placenta, SCS: Somatic Cell Score, Pro: Protein, SCR: Sire Conception Rate, DPR: Daughter Pregnancy Rates, DCE: Daughter Calving Ease, DSB: Daughter Still Birth.



شکل ۳- نقشه حرارتی ماتریس همبستگی PTA پدران و عملکرد تصحیح شده دختران آن‌ها در شاخص‌ها و صفات مختلف

Figure 3- Correlation matrix heatmap of sires PTA and their daughter corrected performance in different indexes and traits.

LNM: شاخص شایستگی خالص طول عمر، LFM: شاخص شایستگی خالص تولید شیر، PL: طول عمر تولیدی، Mas: ورم پستان، Met: متریت، RP: جفت‌ماندگی، SCS: نمره سلول‌های بدنی، Pro: پروتئین، SCR: نرخ گیرایی پدر، DPR: نرخ آبستنی دختران، DCE: آسان‌زایی دختران، DSB: مرده‌زایی دختران.

LNM: Lifetime Net Merit, LFM: Lifetime Fluid Merit, PL: Production Life, Mas: Mastitis, Met: Metritis, RP: Retained placenta, SCS: Somatic Cell Score, Pro: Protein, SCR: Sire Conception Rate, DPR: Daughter Pregnancy Rates, DCE: Daughter Calving Ease, DSB: Daughter Still Birth.

جدول ۷، تخمین جداگانه نسبت شانس شاخص‌های LNM$ و LFM$ بر صفات تعداد تلقیح منجر به آبستنی، سخت‌زایی و مرده‌زایی را نشان می‌دهد. مقادیر نسبت شانس در دامنه اطمینان ۹۵ درصد خیلی کم و نزدیک به یک است که بیانگر اثرات کم شاخص‌ها روی این گروه از صفات می‌باشد. بیشترین میزان تخمین نسبت شانس شاخص‌ها، مربوط به صفت سخت‌زایی بود که شاخص LNM$ از نسبت شانس بیشتری نسبت به شاخص LFM$ برخوردار است. به عبارتی، شاخص LNM$ در کاهش وقوع سخت‌زایی مؤثرتر می‌باشد. امّا در مورد صفات ورم پستان، جفت‌ماندگی و متریت رابطه معنی‌داری با شاخص‌ها یافت نشد.

جدول ٤- برآورد ضرایب تابعیت صفات مختلف دختران و خطای استاندارد آن‌ها (داخل پرانتز) براساس PTA پدران‌شان در گله‌های مورد مطالعه

Table 4- Estimation of regression coefficients of daughters' different traits and their standard error (in parenthesis) based on their sires PTA in studied herds

متغیر وابسته Dependent*	متغیرهای مستقل (PTA پدران) Independent variables (sires PTA)
شیر۳۰۵ روز M305	آسان‌زایی دختری (8.101) 32.273 – پروتئین (1.402) 3.726 - چربی (0.676) 3.679 + شیر (0.038) 0.564 0.564 (0.038) milk + 3.679 (0.676) fat - 3.726 (1.402) protein – 32.273 (8.101) DCE
چربی ۳۰۵ روز F305	طول عمرتولیدی (0.296) 1.189 – نمره سلول‌بدنی (3.393) 8.234 – پروتئین (0.045) 0.323 – چربی (0.029) 0.736 0.736 (0.029) fat – 0.323 (0.045) protein – 8.234 (3.393) SCS – 1.189 (0.296) PL
پروتئین ۳۰۵ روز P305	آسان‌زایی دختری (0.278) 0.728 – پروتئین (0.035) 0.374 + چربی (0.023) 0.105 0.105 (0.023) fat + 0.374 (0.035) protein – 0.728 (0.278) DCE
تعداد روز باز OD	نرخ آبستنی دختران (0.210) 2.047 - طول عمرتولیدی (0.203) 0.546- -0.546 (0.203) PL - 2.047 (0.210) DPR
فاصله گوساله-زایی CI	آسان‌زایی دختری (0.205) 1.199 + نرخ آبستنی دختران (0.184) 1.910 – طول عمرتولیدی (0.167) 1.297 – شیر (0.0006) 0.004- -0.004 (0.0006) milk – 1.297 (0.167) PL – 1.910 (0.184) DPR + 1.199 (0.205) DCE
سن اولین زایش AFC	1.158 + نرخ آبستنی دختران (0.203) 0.871 – طول عمرتولیدی (0.182) 0.759 – پروتئین (0.035) 0.121 – چربی (0.017) 0.064 – شیر (0.001) 0.0026- آسان‌زایی دختری (0.226) -0.0026 (0.001) milk – 0.064 (0.017) fat – 0.121 (0.035) protein – 0.759 (0.182) PL – 0.871 (0.203) DPR + 1.158 (0.226) DCE
طول عمرتولیدی PL	چربی (0.008) 0.035- -0.035 (0.008) fat
وزن تولد گوساله CBW	نمره سلول‌بدنی (0.132)0.322 – آسان‌زایی دختری (0.019)0.288 + مرده‌زایی دختری (0.016)0.122- پروتئین (0.002)0.009 + چربی (0.001)0.005- -0.005(0.001) fat + 0.009(0.002) protein -0.122(0.016) DSB + 0.288(0.019) DCE – 0.322(0.132) SCS
نمره سلول‌بدنی SCS	نمره سلول‌بدنی (0.006) 0.129 0.129 (0.006) SCS

جدول ٥- تخمین نسبت شانس (دامنه اطمینان ۹۵٪) برخی صفات از PTA پدران بر صفات (قابل طبقه‌بندی) سلامت و تولیدمثلی دختران آن‌ها در گله‌های مورد مطالعه

Table 5- Estimated odds ratios (95% CI) for some traits of sires PTA on health and reproductive traits (categorical) of their daughters in studied herds

صفات دختران Daughters' traits	قابلیت انتقال پیش‌بینی شده PTA متریت Met	 ورم پستان Mas	 جفت‌ماندگی RP	 نمره سلول‌بدنی SCS	 نرخ آبستنی دختران DPR	 آسان‌زایی دختری DCE	 طول عمرتولیدی PL
متریت Met	0.85 (0.82 - 0.89)	-	-	0.67 (0.54 – 0.83)	-	-	-
جفت‌ماندگی RP	-	-	0.74 (0.68 – 0.81)	-	-	-	-
ورم پستان Mas	-	0.93 (0.91 - 0.95)	-	-	-	-	-
تعداد تلقیح منجربه آبستنی NI		-	-	-	0.98 (0.97 – 0.99)	-	0.97 (0.96 – 0.98)
سخت‌زایی DYS		-	-	-	-	1.23 (1.13 – 1.33)	-
مرده‌زایی SB		-	-	-	0.96 (0.94 – 0.98)	-	-

جدول ٦- برآورد ضرایب تابعیت صفات مختلف دختران و خطای استاندارد آن‌ها (داخل پرانتز) براساس مقادیر شاخص‌های LNM$ و LFM$ پدران‌شان در گله‌های مورد مطالعه

Table 6- Estimation of regression coefficients of daughters' different traits and their standard error (in parenthesis) based on indexes values of their sires LNM$ and LFM$ in studied herds

صفات دختران Daughters' traits	شاخص شایستگی خالص طول عمر LNM ($)	شاخص شایستگی خالص تولیدشیر LFM ($)
شیر ۳۰۵ روز M305	0.64 (0.08)	0.91 (0.09)
چربی ۳۰۵ روز F305	0.045 (0.004)	0.045 (0.004)
پروتئین ۳۰۵ روز P305	0.021 (0.003)	0.020 (0.003)
تعداد روز باز OD	-0.015 (0.002)	-0.017 (0.002)
فاصله گوساله‌زایی CI	-0.028 (0.002)	-0.031 (0.002)
سن اولین زایش AFC	-0.023 (0.002)	-0.024 (0.003)
طول عمرتولیدی PL	-0.156 (0.03)	-0.168 (0.03)
وزن تولد گوساله CBW	-0.0005 (0.0001)	-0.0006 (0.0001)
نمره سلول‌بدنی SCS	-0.00027 (0.00004)	-0.00021 (0.00005)

جدول ۷- تخمین نسبت شانس (دامنه اطمینان ۹۵ درصد) شاخص‌های LNM$ و LFM$ بر صفات تعداد تلقیحات منجر به آبستنی، سخت‌زایی و مرده‌زایی دختران در گله‌های مورد مطالعه

Table 7- Estimated odds ratios (95% CI) for LNM$ and LFM$ indexes on number of insemination, dystocia and stillbirth traits of daughters in studied herds

صفات دختران Daughters' traits	شاخص شایستگی خالص طول عمر LNM$	شاخص شایستگی خالص تولید شیر LFM$
تعداد تلقیح منجر به آبستنی NI	0.99994 (0.99991 – 0.99997)	0.99993 (0.99990 – 0.99997)
سخت‌زایی DYS	0.828 (0.736 – 0.930)	0.9989 (0.9983 - 0.9995)
مرده‌زایی SB	0.9993 (0.9991 – 0.9995)	0.9992 (0.9991 – 0.9994)

بحث

در مطالعه حاضر، به بررسی ارتباط بین PTA صفات و شاخص‌های ژنتیکی- اقتصادی گاوهای نر با صفات تولیدی، تولیدمثلی و سلامت دختران‌شان در گاوهای هلشتاین استان اصفهان پرداخته شد. براساس نتایج حاصل، مقدار PTA شیر و SCR اکثر گاوهای نر مورد استفاده در گله‌ها در حد متوسط بوده است، درحالی که برای شاخص‌های LNM$ و LFM$ و PTA صفات Pro ،Fat و PL از ارزش‌های پایین‌تر و برای صفات SCS و DSB از ارزش‌های بالاتری برخوردار بودند. همبستگی بین مقادیر شاخص‌ها و PTA صفات مختلف پدران نشان داد که شدیدترین میزان همبستگی بین شاخص‌های LNM$ و LFM$ و ضعیف‌ترین آن بین صفات SCR با DSB، Milk با SCR و RP با SCR بود. همبستگی PTA پدران و عملکرد دختران آن‌ها در صفات تولیدی، تولیدمثلی و سلامت نشان داد که میزان همبستگی پایین و در دامنه بین ۰/۱۹- تا ۰/۱۶ بود. همچنین ضرایب تابعیت صفات تولیدی، تولیدمثلی و مرتبط با سلامت دختران براساس PTA پدران آن‌ها در گله‌های مورد مطالعه برآورد شد که در دامنه ۳۲/۲۷۳- (بین PTA آسان‌زایی دختری و شیر تصحیح ۳۰۵ روز) و ۳/۶۷۹ (بین PTA چربی و شیر تصحیح ۳۰۵ روز) قرار داشت.

گروهی از محققین همبستگی ژنتیکی نامطلوب متوسط تا زیاد را بین فاصله گوساله‌زایی و بسیاری از پارامترهای منحنی شیردهی گزارش کردند، به‌طوری‌که با افزایش تولید، فاصله گوساله‌زایی افزایش

می‌یابد. نتایج آن‌ها نشان داد که شایستگی ژنتیکی بالا برای تولید شیر، اثر منفی روی بازده تولیدمثلی گاوهای شیری دارد، بدون آنکه روی افزایش متریت، برگشتگی شیردان، ورم پستان، جفت ماندگی و بالانس انرژی بعد از زایش اثری داشته باشد. در تحقیقی دیگر نشان داده شده است که شایستگی ژنتیکی بالا برای تولید شیر با کاهش کیفیت تخمک‌گذاری در ارتباط است (Albarran-Portillo and Pollot, 2013). گروه دیگر از محققین گزارش کردند که همبستگی ژنتیکی بین صفات تولیدی و توانایی زنده‌مانی گاوها منفی بود، به‌طوری که گاوهای با تولید بالا، ظرفیت ژنتیکی پایین‌تری برای زنده‌مانی در طول دوره شیردهی نسبت به گاوهای با تولید پایین داشتند. در تحقیق حاضر، صفت توانایی زنده‌مانی مطالعه نشد امّا همبستگی بین صفت طول عمر تولیدی و صفات تولید شیر و چربی، منفی و صفت پروتئین صفر بود. این نتایج نشان داد که گاوهای با تولید بالا انتظار می‌رود که ظرفیت ژنتیکی پایین‌تری برای طول عمر تولیدی داشته باشند (Dematawewa and Berger, 1998). در تحقیقی در سال ۲۰۱۳ نشان داده شد که گاوهای نری که PTA بالا برای صفت شیر و PTA پایین برای صفات چربی و پروتئین شیر دارند، عملکرد تولیدمثلی دختران آن‌ها کاهش می‌یابد. همچنین مشخص شد که دختران گاوهای نری که PTA صفت چربی آن‌ها در چارک بالا قرار دارد، از احتمال مرگ یا حذف کمتری در مقایسه با دختران گاوهای نر با PTA چارک پایین برخوردار هستند. آن‌ها بین PTA صفات تولیدی و بروز بیماری‌های پس از زایش رابطه‌ای پیدا نکردند (Rodrigo *et al.*, 2014). امّا در تحقیق حاضر، همبستگی PTA صفت شیر پدران با صفات تعداد روزهای باز و فاصله گوساله‌زایی دختران مثبت و با صفت سن اولین زایش منفی بوده است. بنابراین، گاوهای نری که PTA بالا برای صفت شیر داشتند، تعداد روزهای باز و فاصله گوساله‌زایی بیشتر و سن اولین زایش کمتری نشان دادند. اویکونومی و همکاران (Oikonomou *et al.*, 2013) نشان دادند که گاوهای نری که PTA کمتری برای تولید شیر داشتند، دخترانشان با بروز کمتری برای بیماری‌های زخم کف سم، خط سفید و درماتیت دیجیتال همراه بودند. همچنین PTA گاوهای نر برای صفت تولید پروتئین، عاملی مهم برای بروز بیماری زخم کف سم و خط سفید بود. همبستگی‌های ژنتیکی بین PTA صفات تولیدی گاوهای نر و بروز مشکلات دست و پا نشان می‌دهد که شایستگی ژنتیکی بالاتر برای صفات تولیدی، عامل مهمی در بروز لنگش است. اورتگا و همکاران (Ortega *et al.*, 2017) گزارش کردند که گاوهای نژاد هلشتاین امریکا با PTA بالا برای نرخ آبستنی دختران (n=۹۸۹ ;≥۱/۵)، نرخ آبستنی به اولین تلقیح بیشتر (۴۳ در برابر ۲۳ درصد)، تعداد کمتر تلقیح به‌ازای هر گیرایی (۲/۲ در برابر ۳/۳) و تعداد روزهای باز کمتر (۱۱۵ در برابر ۱۶۶) در مقایسه با گاوهای با PTA پایین برای نرخ آبستنی دختران داشتند (≤1.0;n=1,285). در پژوهش حاضر، مقدار همبستگی بین PTA صفت DPR و صفات تعداد روزهای باز و فاصله گوساله‌زایی منفی و برابر ۰/۱۳- بود. مقدار ضریب تابعیت صفت تعداد روزهای باز دختران براساس PTA صفت DPR برابر با ۲/۰۴۷- و برای صفت فاصله گوساله‌زایی برابر با ۱/۹۱۰- به‌دست آمد که بیانگر کاهش حدود دو روز از تعداد روزهای باز و فاصله گوساله‌زایی با افزایش یک درصد در PTA نرخ آبستنی دختران می‌باشد. همچنین مقدار تخمین نسبت شانس PTA صفت DPR بر صفت تعداد تلقیح منجر به آبستنی ۰/۹۸ به‌دست آمد که نشان می‌دهد، با افزایش مقدار PTA صفت DPR، احتمال افزایش تعداد تلقیح منجر به آبستنی کمتر می‌شود. در سال ۲۰۲۰ پژوهشگران دریافتند که همبستگی مثبت و قوی (۰/۸۹) بین PTA گاوهای نر در صفت DPR و نرخ گیرایی گاوها وجود دارد. همچنین آن‌ها روند مثبتی را بین PTA گاوهای نر در صفت DPR و نرخ آبستنی با اولین تلقیح و نرخ آبستنی تا ۱۵۰ روز شیردهی نشان دادند. آن‌ها گزارش کردند که انتخاب گاوهای نر با PTA بالا برای صفت DPR در افزایش بازده تولیدمثلی گله‌های گاو شیری کانادا مؤثر است. درحالی که آن‌ها ارتباطی بین PTA گاوهای نر برای صفت نرخ گیرایی گاو با صفات نرخ آبستنی با اولین تلقیح، نرخ آبستنی تا ۱۵۰ روز شیردهی و نرخ ازدست‌دهی آبستنی پیدا نکردند. همچنین آن‌ها دریافتند که ارتباط مثبتی بین PTA گاوهای نر برای صفات DPR و CCR با صفت تولید شیر معادل بلوغ ۳۰۵ روز دختران وجود دارد، امّا مقدار تغییرات فنوتیپی در تولید شیر معادل بلوغ ۳۰۵ روز دختران که براساس تغییرات در PTA گاوهای نر برای این صفات DPR و CCR ایجاد می‌شود، بسیار ناچیز و کم است (Gobikrushanth *et al.*, 2020). در تحقیق حاضر، صفت نرخ گیرایی گاوها مطالعه نشد، امّا وجود همبستگی منفی بین PTA صفت DPR و صفات تعداد روزهای باز و فاصله گوساله‌زایی و همچنین محاسبه مقدار کمتر از یک در تخمین نسبت شانس PTA صفت DPR بر صفت تعداد تلقیح منجر به آبستنی، می‌توانند بیانگر وجود ارتباط مثبت بین PTA صفت DPR و نرخ گیرایی گاوها باشند. امّا برخلاف تحقیق فوق، ارتباط منفی بین PTA گاوهای نر برای صفات DPR و CCR با صفات تولید شیر، چربی و پروتئین معادل بلوغ ۳۰۵ روز دختران مشاهده شد که البته مقدار همبستگی پایین بود. کوچران و همکاران (Cochran *et al.*, 2013) گزارش کردند که گاوهای نر با PTA بالا برای صفت DPR (≥۱/۷)، همبستگی ژنتیکی منفی با صفات تولید شیر (۰/۴۵-)، مقدار چربی (۰/۳۵-) و پروتئین شیر (۰/۳۴-) دارد که از نظر جهت همبستگی، مشابه با تحقیق حاضر بود. تعدادی از یافته‌ها نشان می‌دهند که تنوع ژنتیکی و فنوتیپی زیادی برای صفات باروری در گاوهای هلشتاین آمریکای شمالی وجود دارد و انتخاب گاوهای نر با PTA بالا برای صفات DPR و CCR در جهت بهبود باروری گله مؤثر است (Veronese *et al.*, 2019; Norman *et al.*, 2007). گروهی از محققین دریافتند، دختران گاوهای نری که

PTA بالا برای صفات نمره سلول‌های سوماتیک، تولید شیر و پروتئین و PTA پایین برای نرخ آبستنی دختران داشتند، مرگ و میر و حذف تا ۶۰ روزشیردهی بیشتری نشان دادند (Dechow *et al.* 2012). در پژوهش حاضر، با مطالعه صفت طول عمر تولیدی در دختران مشخص شد که همبستگی ژنتیکی بین PTA گاوهای نر برای صفات نمره سلول‌های سوماتیک، تولید شیر، پروتئین و نرخ آبستنی دختران با صفت طول عمر تولیدی منفی است. بنابراین، انتظار می‌رود با بالارفتن PTA گاوهای نر در این صفات، میزان طول عمر تولیدی دختران کاهش و میزان حذف افزایش یابد. در مورد صفت DPR، نتایج حاصل با نتایج تحقیق فوق مغایرت داشت. طبق گزارش پژوهشگران در سال ۲۰۰۵ (Tsuruta *et al*., 2005)، صفت طول عمر، ترکیبی از همه صفاتی است که به‌طور مستقیم با قابلیت زنده-مانی در گله مرتبط است و تولیدمثل ضعیف (روزهای باز بیش از حد) نیز دلیلی برای حذف می‌باشد. علاوه‌براین آن‌ها همبستگی بین طول عمر تولیدی و روزهای باز را منفی (۰/۲۷- تا ۰/۶۲-) گزارش کردند. همچنین دریافتند که نرخ آبستنی دختران، بالاترین رابطه ژنتیکی را با طول عمر تولیدی دارد. در مطالعه حاضر مشابه تحقیق تسورتا و همکاران، جهت همبستگی بین طول عمر تولیدی و روزهای باز منفی و امّا مقدار آن برابر با ۰/۰۹- محاسبه و رابطه نرخ آبستنی دختران و طول عمر تولیدی در حد بالا و برابر ۰/۵۵ برآورد شد. گروه دیگر از محققین در سال ۲۰۰۶ (VanRaden *et al*., 2006) گزارش کردند که همبستگی بین PTA صفت PL و DPR قوی است (r=۰/۶۴) که تقریباً مشابه نتایج تحقیق حاضر بود که میزان همبستگی برابر با ۰/۵۵ محاسبه شد. همچنین در تحقیقی مشخص شد که انتخاب گاوهای نر با PTA بالا برای صفت PL، اثر مطلوبی در کاهش میزان مرگ و میر و حذف تا زمان ۶۰ روز شیردهی دختران داشته است (Dechow *et al*. 2012). مغایرت در شدت یا حتی جهت رابطه میان عملکرد دختران و قابلیت انتقال پدران در مورد برخی از صفات در مقایسه با برخی گزارش‌ها احتمالاً ناشی از اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط باشد. قابلیت انتقال پدران بر اساس عملکرد دختران آن‌ها در مزارع پرورش گاو شیری پیش‌بینی شده است که داده‌های آن مزارع در اختیار کمپانی تولید اسپرم بوده است، تفاوت میان شرایطی مانند اقلیم و مدیریت پرورشی گله‌های یادشده و گله‌های این مطالعه، می‌تواند در تولید اثر متقابل ژنوتیپ و محیط مؤثر باشند.

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه، ضرایب همبستگی بین متغیرهای تصادفی PTA پدران برای صفات تولیدی (شیر، چربی و پروتئین) با عملکرد دختران آن‌ها در مقایسه با صفات تولیدمثلی و سلامت، بالاتر محاسبه شد. همچنین میزان تخمین نسبت شانس صفات مقاومت به بیماری‌های متریت و جفت‌ماندگی، نمره سلول‌های بدنی و آسان‌زایی دختران، بیانگر اثرات PTA پدران روی عملکرد دخترانشان بود. درحالی‌که مقادیر نسبت شانس سایر صفات و شاخص‌های ژنتیکی- اقتصادی بر صفات سلامت و تولیدمثلی دختران نشان داد که اثرات PTA پدران روی عملکرد دخترانشان در این گروه از صفات کم و ناچیز است. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل، می‌توان از مقدار قابلیت انتقال پیش‌بینی شده پدران برای صفات شیر، چربی، پروتئین، نرخ آبستنی دختران و نمره سلول‌های سوماتیک در انتخاب مناسب اسپرم و بهبود عملکرد فنوتیپی دختران بیشتر بهره برد. درحالی‌که اطلاعات موجود در ارزیابی‌های ژنتیکی سایر صفات، احتمالاً به‌دلیل پایین بودن وراثت‌پذیری و یا بالا بودن اثرات متقابل ژنتیک و محیط، از اعتماد کمتری برخوردار بودند.

References

1. Albarrán-Portillo, B., & Pollott, G. E. (2013). The relationship between fertility and lactation characteristics in Holstein cows on United Kingdom commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science*, *96*(1), 635-646. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5632.
2. Ali, A., & Shook, G. (1980). An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *Journal of Dairy Science*, *63*, 487-490. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82959-6.
3. Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, *67*(1), 1-48. https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01.
4. Bohlouli, M., Shodja, J., & Alijani, S. (2013). Investigation of interaction between genotype and production level in Iranian Holstein dairy cattle using test day records. *Journal of Ruminant Research*, *1*, 93-108.
5. Chang, Y. M., Gonza´lez-Recio, O., Weigel, K. A., & Fricke, P. M. (2007). Genetic analysis of the twenty-one-day pregnancy rate in us holsteins using an ordinal censored threshold model with unknown voluntary waiting period. *Journal of Dairy Science*, *90*, 1987-1997. https://doi.org/10.3168/jds.2006-359.
6. Cochran, S. D., Cole, J. B., Null, D. J., & Hansen, P. J. (2013). Discovery of single nucleotide polymorphisms in candidate genes associated with fertility and production traits in Holstein cattle. *BMC Genetics*, *14*, 49. https://doi.org/10.1186/1471-2156-14-49.
7. Coleman, J., Pierce, K. M., Berry, D. P., Brennan, A., & Horan, B. (2009). The influence of genetic selection and

feed system on the reproductive performance of spring-calving dairy cows within future pasture-based production systems. *Journal of Dairy Science*, *92*, 5258–5269. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2108.

8. Craig, H. J. B., Stachowicz, K., Black, M., Parry, M., Burke, C., Meier, S., & Amer, P. (2018). Genotype by environment interactions in fertility traits in New Zealand dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *101*, 10991–11003. https://doi.org/10.3168/jds.2017-14195.
9. Cranford, J. L., & Pearson, R. E. (2001). Relationships of sire predicted transmitting ability for somatic cell score with measures of daughter performance. *Journal of Dairy Science*, *84*, 1501–1507.
10. Dechow, C. D., Goodling, R. C., & Rhode, S. P. (2012). The effect of sire selection on cow mortality and early lactation culling in adverse and favorable cow survival environments. *Preventive Veterinary Medicine*, *103*, 228-233. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.09.020.
11. Dematawewa, C. M. P., & Berger, P. J. (1998). Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, *81*, 2700-2709. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75827-8.
12. Dunne, F. L., McParland, S., Kelleher, M. M., Walsh, S. W., & Berry, D. P. (2019). How herd best linear unbiased estimates affect the progress achievable from gains in additive and nonadditive genetic merit. *Journal of Dairy Science*, *102*, 5295–5304. https://doi.org/10.3168/jds.2018-16119.
13. Effa, K., Hunde, D., Shumiye, M., & Silasie, R. H. (2013). Analysis of longevity traits and lifetime productivity of crossbred dairy cows in the tropical highlands of Ethiopia. *Journal of Cell and Animal Biology*, *7*, 138-143. https://doi.org/10.5897/JCAB2013.0375.
14. Gobikrushanth, M., Macmillan, K., Hipkin, D., & Colazo, M. G. (2020). The relationships among sire's predicted transmitting ability for daughter pregnancy rate and cow conception rate and daughter's reproductive performance in Canadian Holstein cows. *Theriogenology*, *149*, 117-122. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.026.
15. Lombard, J. E., Garry, F. B., Tomlinson, S. M., & Garber, L. P. (2007). Impacts of Dystocia on Health and Survival of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, *90*, 1751-1760. https://doi.org/10.3168/jds.2006-295.
16. Lopez-Villalobos, N., Wiles, P. G., & Garrick, D. J. (2020). Sire selection and genetic improvement of dairy cattle assuming pure market competition. *Journal of Dairy Science*, *103*, 4532-4544. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17582.
17. Newton, J. E., Goddard, M. E., Phuong, H. N., Axford, M. A., Ho, C. K. M., Nelson, N. C., Waterman, C. F., Hayes, B. J., & Pryce, J. E. (2017). High genetic merit dairy cows contribute more to farm profit: Case studies of 3 Australian dairy herds. *Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, *22*, 19–22.
18. Norman, H. D., Wright, J. R., Hubbard, S. M., Kuhn, M. T., & Miller, R. H. (2007). Genetic selection for reproduction: current reproductive status of the national herd: application of selection indexes for dairy producers. pp. 69-78. In: Dairy Cattle Reproductive Conference, Denver.
19. Oikonomou, G., Cook, N. B., & Bicalho, R. C. (2013). Sire predicted transmitting ability for conformation and yield traits and previous lactation incidence of foot lesions as risk factors for the incidence of foot lesions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *96*(6), 3713-3722. https://doi.org/10.3168/jds.2012-6308.
20. Ortega, M. S., Denicol, A. C., Cole, J. B., Null, D. J., Taylor, J. F., Schnabel, R. D., & Hansen, P. J. (2017). Association of single nucleotide polymorphisms in candidate genes previously related to genetic variation in fertility with phenotypic measurements of reproductive function in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *100*, 3725-3734. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12260.
21. O'Sullivan, M., Horan, B., Pierce, K. M., McParland, S., O'Sullivan, K., & Buckley, F. (2019). Milk production of Holstein-Friesian cows of divergent Economic Breeding Index evaluated under seasonal pasture-based management. *Journal of Dairy Science*, *102*, 2560–2577. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15559.
22. Ramsbottom, G., Cromie, A. R., Horan, B., & Berry, D. P. (2012). Relationship between dairy cow genetic merit and profit on commercial spring calving dairy farms. *Animal*, *6*, 1031–1039. https://doi.org/10.1017/S1751731111002503.
23. R Core Team. (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.
24. Rodrigo, C. B., Carla, F., Rob, G., & Georgios, O. (2014). The effect of sire predicted transmitting ability for production traits on fertility, survivability, and health of Holstein dairy cows. *Theriogenology*, *81*, 257-265. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.023.
25. Tsuruta, S., Misztal, I., & Lawlor, T. J. (2005). Changing definition of productive life in US Holsteins: Effect on genetic correlations. *Journal of Dairy Science*, *88*, 1156-1165. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72782-X.
26. VanRaden, P. M., Dematawewa, C. M. B., Pearson, R. E., & Tooker, M. E. (2006). Productive life including all

lactations and longer lactations with diminishing credits. *Journal of Dairy Science*, *89*(8), 3213-3220. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72596-6.

27. Veronese, A., Marques, O., Moreira, R., Belli, A. L., Bisinotto, R. S., Bilby, T. R., Penagaricano, F., & Chebel, R. C. (2019). Genomic merit for reproductive traits. I: estrous characteristics and fertility in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, *102*, 6624-6638. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15205.